

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

Bakalářská práce

2015

Pavel Pchálek

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Absolvování individuální odborné praxe
Individual professional practice in the company

2015

Pavel Pchálek

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Pavel Pchálek**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: **Absolvování individuální odborné praxe**
Individual Professional Practice in the Company

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: Taurid Ostrava s. r. o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
 - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr. Ing. Zdeněk Medvec**

Datum zadání: 01.09.2014

Datum odevzdání: 07.05.2015

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Poděkování:

Děkuji Ing. Robertu Hofmanovi za vedení a odborné konzultace při vykonávání odborné praxe.

Zároveň chci poděkovat projekčnímu týmu firmy Taurid za rady a pomoc, které mi poskytli při plnění zadaných úkolů.


V Ostravě, 6. 5. 2015


.....
Pavel Pchálek

Prohlášení zástupce spolupracující právnické osoby

Souhlasím se zveřejněním této bakalářské práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských programech VŠB-TU Ostrava.

V Ostravě, 6. 5. 2015


.....
Ing. Robert Hofman

Abstrakt:

Tato bakalářská práce je jistou formou zprávy, která pojednává o mém absolvování individuální odborné praxe ve firmě Taurid Ostrava s.r.o.

Popisuje odborné zaměření firmy a mé pracovní zařazení. Jsou zde popsány zadané úkoly během praxe a můj postup při jejich řešení. Dále pak hodnotím, které znalosti získané během studia jsem využil a naopak, které mi scházely. V poslední řadě je zde uvedeno zhodnocení a přínos, který pro mě tato praxe měla.

Abstract:

This bachelor work is a kind of report, which deals with my experience from an individual technical work practice in the firm Taurid Ostrava s.r.o.

It describes technical specialization of the firm and my official position. Demanded tasks, which I was given during my work experience, are described there and there is also my process of their solving. Further, I evaluate, which knowledge from that I acquired during my studies I used and which I lacked. In the end, my evaluation and personal benefit from this work experience is mentioned.

Klíčová slova:

Taurid, praxe, odborná praxe, absolvování praxe, firma

Key words:

Taurid, Practice, Professional Practice, graduation practice, Company

Seznam použitých symbolů a zkratek:

Symbol	Název	Jednotka
$\cos\varphi$	Účinník	[-]
I	Jmenovitý proud	[A]
I_D	Dovolený proud stanovený výrobcem	[A]
I_{DN}	Jmenovitá dovolený proud	[A]
I_P	Jmenovitá provozní proud	[A]
k_1	Koeficient uložení vodiče	[-]
k_2	Koeficient respektující zvýšenou teplotu okolí	[-]
l	Délka vodiče	[m]
n	Otáčky motoru	[ot/min]
ΔP	Ztrátový výkon	[W]
P	Jmenovitý výkon	[W]
R	Elektrický odpor vodiče na jednotku délky	$[\Omega \cdot m^{-1}]$
S	Průřez vedení	$[mm^2]$
S_i	Průřez jednotlivých vodičů v paralelním zapojení	$[mm^2]$
t	Čas průchodu proudu	[s]
Δu	Procentní vyjádření úbytku napětí	[%]
ΔU	Úbytek napětí na vodiči	[V]
ΔU_{DOV}	Dovolený úbytek napětí na vodiči	[V]
U_n	Jmenovité napětí	[V]
U_S	Sdružené napětí vodiče	[V]
+RM1	Značení rozváděče v zakázce Hlohovec, mořící vana	
ρ	Měrná elektrická vodivost	$[\Omega \cdot mm^2 \cdot m^{-1}]$

Obsah

Úvod.....	1
1. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi	2
1.1. Hlavní aktivity firmy.....	2
1.2. Popis pracovního zařazení studenta	2
2. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti.....	3
3. Postup řešení zadaných úkolů	4
3.1. Mořicí linka.....	4
3.1.1. Zadání projektu	4
3.1.2. Technické řešení.....	4
3.1.3. Postup tvorby projektové dokumentace	5
3.1.4. Montáž a oživení rozváděče.....	11
3.2. Výpočet průřezu kabelu	12
4. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.....	16
5. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe	17
6. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení	18
Literatura.....	19
Přílohy.....	1
I. Elektrodokumentace: Řízení a regulace pro topení mořicích van.....	1

Úvod

Tato bakalářská práce absolvována formou individuální odborné praxe popisuje a prezentuje mé působení ve firmě Taurid s.r.o. Tato firma se zaměřuje na realizaci řízení výrobních procesů pro zákazníky na celém světě.

Pro tuto formu bakalářské práce jsem se rozhodl, protože mi byla nabídnuta pozice projektanta řídicích systémů ze stávající pozice montážního technika. Mohl jsem si vyzkoušet uplatnit své teoretické znalosti, které jsem načerpal během studia a získat praktické zkušenosti při řešení daných úkolů.

Průběh odborné praxe s popisem řešených problémů a realizovaných projektů jsou uvedeny v této bakalářské práci.

1. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi

Taurid Ostrava s.r.o. realizuje řízení výrobních procesů v komplexních dodávkách a službách pro zákazníky na celém světě. Nabízí osvědčená řešení s přiměřenou dávkou inovace, dbá na vysokou kvalitu poskytovaných služeb, rozvíjí dlouhodobou spolupráci se zákazníky na bázi vzájemné důvěry a spolehlivosti. [10]

1.1. Hlavní aktivity firmy

- Projekční činnost v oblasti automatizační techniky
- Projekční práce v CAE ePLAN v.5 a P8
- Vývoj uživatelského software pro řídicí systémy, operátorské panely, vizualizační a monitorovací stanice
- Projektování lokálních průmyslových sítí LAN, Wlan
- Vývoj softwarových modulů
- Simulace, modelování a optimalizace výrobních systémů
- Projektování elektrických stejnosměrných a střídavých regulovaných pohonů
- Montáž MaR techniky v ČR i zahraničí
- Montáž ELEKTRO zařízení v ČR i zahraničí [10]

1.2. Popis pracovního zařazení studenta

Student bude zaměstnán jako montážní technik a projektant řídicích systémů. Postupně bude vykonávat tyto pracovní činnosti:

- montážní technik a projektant řídicích systémů ve firmě Taurid Ostrava s.r.o.

2. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti

Student byl zaměstnán u firmy Taurid Ostrava s.r.o. na pracovní pozici montážní technik. Poté absolvoval pracovní činnost jako projektant řídicích systémů. Projekční činnost student vykoná v rámci sídla firmy. Montážní činnost může student absolvovat i mimo sídlo firmy.

Pracovní zařazení bylo závislé na aktuálně řešených projektech a realizovaných zakázkách. Časová náročnost plněných úkolů bude individuální dle právě řešených problémů. Student měl standardní pracovní dobu, tedy 8 hodin. Na pozici projektanta řídicích systémů bude studentovi poskytnuta kancelář s počítačem a telefonem.

Hlavní část odborné praxe bude student absolvovat na pracovní pozici projektanta řídicích systémů, kde se zaměřil na projekční část úkolu. Poté bude mít student možnost si otestovat zařízení na dílně firmy Taurid Ostrava s.r.o., a podle potřeby, se zúčastní montáže u zákazníka.

U montáže mimo sídlo firmy bude student dohlížet na průběh práce a provede kontrolu zapojení. Po kontrole otestuje zařízení v rozsahu, které mu určí vedoucí zakázky.

3. Postup řešení zadaných úkolů

Při absolvování odborné praxe jsem si vyzkoušel pracovní pozici jako projektant řídicích systémů, kterou jako jednu z mnoha nabízí firma Taurid Ostrava s.r.o. Během praxe jsem využil znalosti a dovednosti dosažené během studia na vysoké škole. Díky těmto znalostem jsem mohl řešit vzniklé problémy, s kterými jsem se setkal.

Úkoly a postupy řešení problémů při plnění pracovních povinností na dané pracovní pozici jsou popsány v následujících částech.

3.1. Mořicí linka

První projekt, na kterém jsem pracoval, byla mořicí linka. Zákazníkem byla firma Ekomor s.r.o. a cílový zákazník byla firma BEKAERT HLOHOVEC s.r.o. Zadáním bylo vytvoření projektové dokumentace pro mořicí linku. To spočívalo v komunikaci se zákazníkem a výrobcí daných strojních zařízení. Následně pak dohled nad realizací projektu, montáž a testování zařízení.

3.1.1. Zadání projektu

Vytvoření elektro projektu pro mořicí linku. Jedná se o dvě samostatné mořicí vany, které mají identické zařízení a jsou ovládány z jednoho rozváděče. Tyto vany obsahují roztok, který musí mít konstantní teplotu. Pro zajištění ohřívání roztoku se použije tepelný výměník propojený s mořicí vanou. Tento tepelný výměník je napojen na horkou páru, která zajišťuje ohřívání výměníku.

3.1.2. Technické řešení

Podle zadání projektu bylo vytvořeno technické řešení projektu. Vyhřívání tepelného výměníku zajišťuje pára. Cirkulaci roztoku mezi tepelným výměníkem a mořicí vanou bude docházet k ohřevu roztoku. Teplota roztoku se zjišťuje přes odporový snímač teploty. Tento snímač je umístěn na výstup z výměníku. Touto zvolenou pozicí snímače se zajišťuje stále konstantní teplota roztoku proudícího do vany a nemůže dojít tedy k přehřátí v určitých částech mořicí vany. Regulací přívodu páry se ovlivní teplota tepelného výměníku. Vložením zdvihového ventilu mezi přívod páry a tepelný výměník bude zajištěna teplotní regulace. Ovládání zdvihového ventilu zajistí regulátor teploty. Podle výstupní teploty roztoku bude regulátor ovládat zdvihový ventil a zajišťovat konstantní teplotu roztoku.

3.1.3. Postup tvorby projektové dokumentace

Tvorba projektové dokumentace probíhala dle podkladů zákazníka. Zákazník si určil zařízení, které bude použito a podle této specifikace byla zpracována projektová dokumentace. Součástí dokumentace je kusovník, seznam kabelů a seznam náhradních dílů.

Cirkulační čerpadlo:

Typ cirkulačního čerpadla byl vyspecifikován zákazníkem. Jedná se o cirkulační čerpadlo CM MAG-P30, motor: IEC GR90 B3-B5.

Parametry cirkulačního čerpadla:

$P = 2200 \text{ W}$, $U = 400 \text{ V}$, $n = 2900 \text{ ot/min}$

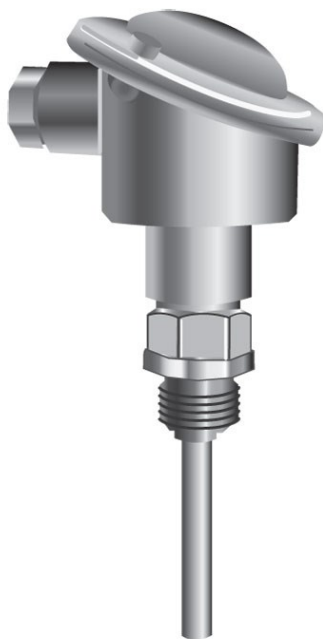
Podle štítkových hodnot bude pro cirkulační čerpadlo použit motorový spouštěč s tepelnou spouští o hodnotě 4,7 A. Zvolil jsem motorovou ochranu 3RV1011-1GA10 od firmy Siemens. Tepelná spoušť je nastavitelná v rozsahu 4,5 ÷ 6,3 A. Ovládání cirkulačního čerpadla zajišťuje stykač 3RT1015-1BB41 od firmy Siemens. Jmenovitý proud stykače je 7 A pro zátěž AC - 3, která odpovídá induktivní zátěži.



Obr. 3.1 Štítkové údaje cirkulačního čerpadla

Odporový snímač teploty (Pt 100):

Odporový snímač teploty byl zvolen on firmy JSP s.r.o. sídlem v Jičíně. Typové označení je T1070. Tento snímač teploty má čtyřvodičové vnitřní vedení. Rozsah teplot snímače je -70 až +500 °C. Snímač je v provedení do jímky a vsazen na výstupní stranu z teplotního výměníku. Propojovací kabel musí být stíněný.[8]



Obr. 3.2 Odporový snímač teploty (Pt 100)

Zdvihový ventil:

Zdvihový ventil je od firmy Belimo CZ spol. s r.o. sídlem v Praze. Typ ventilu je NVK24A. Ventil je napájený 24 V DC a ovládaný spojitým signálem 0 - 10 V. Jištění přívodního kabelu je jističem 2 A s vypínací charakteristikou C. Ventil má bezpečnostní pojistku, která při výpadku napájení ventil uzavře. Propojovací kabel musí být stíněný.



Obr. 3.3 Zdvihový ventil

Regulátor:

Pro regulaci teploty ve výměníku byl zvolen regulátor od firmy Omron. Zvolený typ regulátoru musel mít výstupní napěťový analogový signál pro ovládání ventilu a zároveň analogový proudový signál 4 - 20 mA, který posílal informaci o teplotě do místního řídicího systému. Po konzultaci s technikem od firmy Omron, mi byl doporučen tento typ E5CN-HV2MD-500 AC/DC 24 s rozšiřujícím modulem E53-CNBFN2. Zvolený typ regulátoru má analogový napěťový signál a 3 programově nastavitelné spínací kontakty. Vstupní signál do regulátoru může být odporový snímač teploty, termoelektrický článek, analogový napěťový nebo proudový signál.

Typ regulátoru E5CN-HV2MD-500 AC/DC 24 má výstupní analogový napěťový signál 0 - 10 V. Rozšiřující modul E53-CNBFN2 poskytuje analogový proudový signál 4 - 20 mA.

Regulátor byl nastaven přes vlastní ovládací panel. Bylo nutné u regulátoru změnit typ vstupního signálu na odporový snímač teploty místo přednastaveného termoelektrického článku. Výstupní analogové napětí pro ovládání ventilu je už nastaveno typem regulátoru. V základním nastavení je nastavena regulace On/Off, která spíná a vypíná výstupní signál podle nastavené teploty. Protože máme ventil se spojitým napěťovým signálem, změnil se typ regulace na PID.

PID regulace se může nastavit 2 způsoby:

1. Manuální zadání PID konstant
2. Automatické vypočítání PID konstant

Vzhledem k požadavkům provozovatele, je dostačující nastavit automatický výpočet PID konstant. [4]

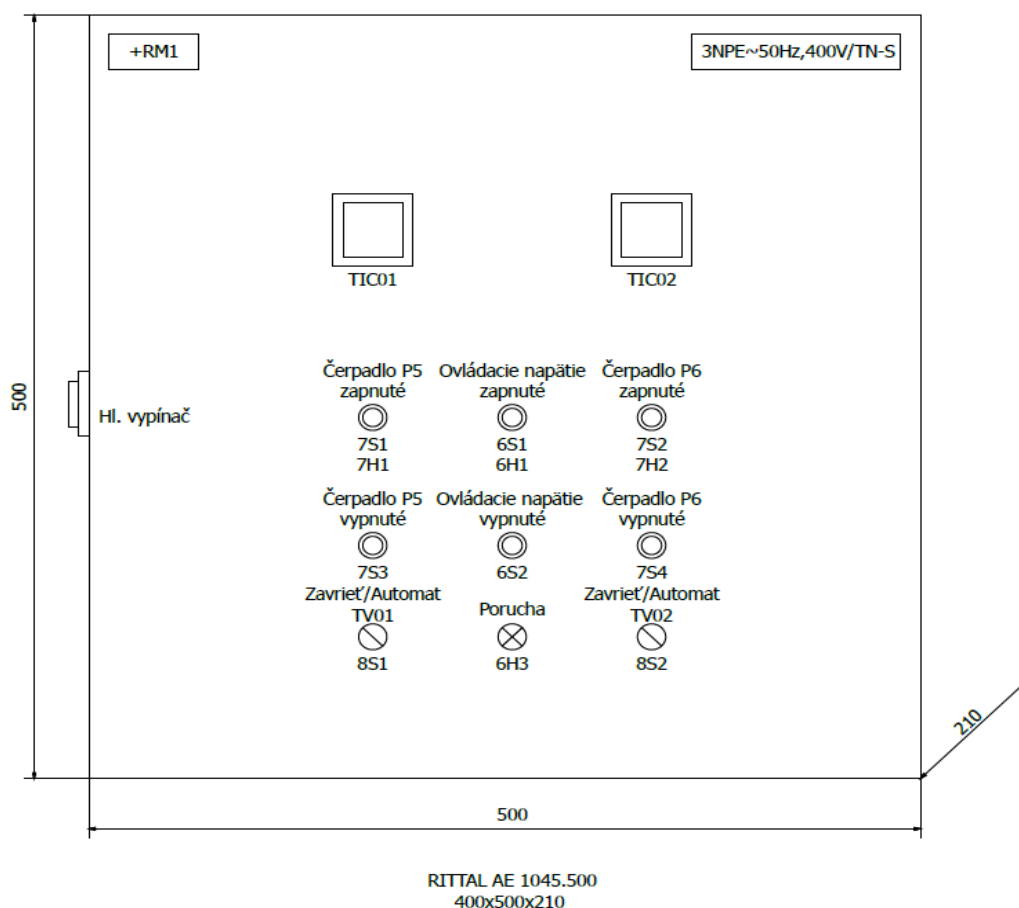


Obr. 3.4 Regulátor teploty

Tvorba dokumentace:

Po specifikaci hlavních součástí zařízení jsem začal tvořit projekt. Začal jsem výpočtem instalovaného výkonu, který je přibližně 5 kW. Podle instalovaného výkonu a velikostí proudů čerpadel, jsem zvolil pro hlavní jištění v rozvaděči pojistky o velikosti 16 A typu gG. Těmto pojistkám je předřazen hlavní jistič. Průřez přírodního kabelu byl určen podle odběru proudu a délky. Vzdálenost mezi rozvaděčem a napájecím rozvaděčem nebyla určena. Předpokládaná délka byla 50 m, a proto byl zvolen průřez $S = 4 \text{ mm}^2$. Podle selektivity jištění a průřezu přírodního kabelu je doporučeno pojistkové předjištění o velikosti 25 A typu gG.

Ovládací zařízení v rozvaděči jako jsou stykače a regulátory potřebují napájení 24 V DC. Musel být tedy vložen zdroj 24 V DC s odpovídajícím výstupním proudem, který je 4 A. Použitím těchto ovládacích zařízení zapínáme a vypínáme cirkulační čerpadla, nebo přivádíme napájení k regulátorům.



Obr. 3.5 Dispozice ovládacích prvků na rozvaděči +RM1

System ovládání čerpadel je založen na zapnutí a vypnutí stykačů. Zapnutí a vypnutí stykače se provede tlačítky na rozvaděči. Stlačením tlačítka „Čerpadlo P5 zapnuté“ přivedeme na cívku stykače napětí a sepne stykač, k udržení sepnutého stykače musíme zajistit napájení cívky stykače i při odepnutí tlačítka. Proto stykač sepne svůj pomocný spínací kontakt, který zajistí trvalé napětí na cívce stykače i při odpojení tlačítka. Pro vypnutí stykače se použije tlačítko „Čerpadlo P5 vypnuté“, které při stlačení rozpojí přívodní napájení k cívce stykače.

Ovládací napětí rozvaděče 24 V DC pracuje na stejném principu jako ovládání stykačů motoru. Použité tlačítka pro zapnutí ovládacího napětí jsou „Ovládací napětí zapnuté“ a pro vypnutí je „Ovládací napětí vypnuté“. Těmito tlačítky přímo ovládáme veškeré výstupy z rozvaděče.

Signálka „Porucha“ signalizuje vypnutí jednoho nebo obou motorových spouštěčů. Tato signálka slouží výhradně k informaci obsluze, že nastala porucha cirkulačního čerpadla.

Přepínače „Zavřít/Automat TV01“ a „Zavřít/Automat TV02“ slouží pro elektro ventily. Při přepnutí do stavu „automat“ přivedeme ovládací napětí z regulátoru do elektro ventilu. U stavu „zavřít“ rozepneme ovládací napětí a dojde k uzavření ventilu.



Obr. 3.6 Rozvaděč +RM1

3.1.4. Montáž a oživení rozváděče

Výroba rozváděče byla provedena na dílně firmy Taurid Ostrava s.r.o. Kde hlavní výhodou bylo, že ještě před samotnou montáží rozváděče na Slovensku, jsem mohl odzkoušet veškeré ovládací prvky, nastavit a otestovat regulátory.

Montáž se prováděla na Slovensku ve městě Hlohovec pro firmu BEKAERT HLOHOVEC s.r.o. Dohlížel jsem na průběh montáže a oživení rozváděče. Montáž měl na starosti zkušený montér z naší firmy. Po domluvě s místním elektrikářem a vedoucím výroby, jsme připravily trasu pro vedení kabelů. Přívodní kabel pro rozváděč přivedli místní elektrikáři dle doporučení v projektu. Po přivedení kabelů pro motory, snímače a ventily začalo testování zařízení. Úkolem testování bylo ověřit správný směr točení motorů, ověření správného měření teplotních snímačů a funkčnost zdvihových ventilů. Během testu bylo zjištěno, že jeden z motorů se točí opačným směrem. Přehozením dvou fází na svorkách motoru už čerpadlo fungovalo správně. Po úspěšném provedení testů byla zákazníkovi předvedena funkčnost mořící linky a její ovládání.

Posléze byl zkreslen skutečný stav dokumentace podle úprav na montáži. A dokumentace byla předána zákazníkovi.

3.2. Výpočet průřezu kabelu

Další úkol, který mi byl určen, byl výpočet průřezu kabelu. Jedná se o přívodní kabel pro Mořící linku instalovanou v Pákistánu. Výkon u tohoto zařízení je $P = 240 \text{ kW}$. Musel jsem navrhnout různé varianty kabelů s ohledem na úbytek napětí, oteplení a zkratové odolnosti.

Při výběru kabelu rozhodoval protékající proud a vzdálenost. Přívodní kabel měl délku $l = 150 \text{ m}$ a protékal jím proud o hodnotě $I = 365 \text{ A}$ při účinníku $\cos \varphi = 0,95$. Pákistán má především vnitrozemské subtropické klima. Proto se musí zohlednit při výpočtu rozdílné teploty okolí.

Pro výpočtový proud pak platí vztahy:

Trojfázový proud

$$I = \frac{1000 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi} \quad (3.1)$$

Dimenzování průřezu vodiče na dovolený proud vychází z dovoleného oteplení vodiče. Průchodem elektrického proudu vodičem dochází k jeho ohřívání. Největší oteplení pro vodič představuje zkratový proud, proto se musí zvolit správný jistící prvek, který vybaví dříve, než dojde k překročení maximální dovolené teploty vodiče. Maximální dovolenou teplotu vodiče určuje sám výrobce.[2]

Pro tepelné ztráty platí:

Teplo vznikající ve vodiči se řídí Jouleovým zákonem. Množství tepla ΔP je úměrné druhé mocnině proudu I a elektrickému odporu vodiče R v čase t .

$$\Delta P = R \cdot I^2 \cdot t \quad (3.2)$$

Musí se provést kontrola oteplení a tím ověřit, že velikost provozního proudu I_p je menší, než velikost dovoleného proudu stanoveného výrobcem I_D [3]

$$I_p < I_D \quad (3.3)$$

$$I_D = k_1 \cdot k_2 \cdot I_{DN} \quad (3.4)$$

Pro ověření zda zvolený vodič vyhovuje, musíme znát proud I_D . Ten vychází ze znalostí proudu I_{DN} , koeficientu uložení vodiče k_1 a koeficientu respektujícího zvýšenou teplotu okolí k_2 . Všechny tyto informace se nacházejí v normě ČSN 3320000-5-523 ED.2.

Dovolený úbytek napětí

Vodiče a kabely musí být dimenzovány tak, aby při předpokládaném zatížení nezpůsobily nedovolený pokles napětí. Úbytek napětí na daném kabelu tedy nemůže přesáhnout dovolenou hodnotu úbytku napětí. Hodnota úbytku napětí je rovna rozdílu hodnoty napětí na začátku vedení a hodnoty napětí na konci vedení $\Delta U = U_1 - U_2$. [2]

Výpočet průřezu vodiče z dovoleného úbytku napětí:

Pro síť 3 x 400V bylo nutno navrhnout kabel, kterým celá mořící linka bude napájena. Je nutno proto vypočítat průřez vedení pro různé varianty. Maximální úbytek napětí nesmí překročit hodnotu 5% jmenovitého napětí. Z údajů které jsem měl k dispozici, bylo nutno určit účinník, který je nezbytný pro samotný výpočet.

Neměl jsem přímo zadané, o jaký typ materiálu se jedná, proto jsem se rozhodl určit nejekonomičtější variantu, což obnáší výpočet jak pro měděný materiál vodiče, tak i hliníkový.

Materiálové konstanty: měrná elektrická vodivost hliníku $\rho_{Al} = 1/33 \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$

měrná elektrická vodivost mědi $\rho_{Cu} = 1/56 \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$

Zadané hodnoty:

$$P = 240\text{kW}, U = 400\text{V}, \cos \varphi = 0,95, l = 100\text{m}, \Delta u = 5\%$$

Dovolený úbytek napětí:

$$\Delta U_{\text{DOV}} = \frac{\Delta u}{100} \cdot U_n = \frac{5}{100} \cdot 400 = 20 \text{ V} \quad (3.4)$$

Proud:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{240000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 365 \text{ A} \quad (3.5)$$

Průřez vodiče pro měděné jádro:

$$S_{Cu} = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho_{Cu}}{\Delta U_{\text{DOV}}} \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{56 \cdot 20} \cdot 150 \cdot 365 \cdot 0,95 = 80,6 \text{ mm}^2 \approx 95 \text{ mm}^2 \quad (3.6)$$

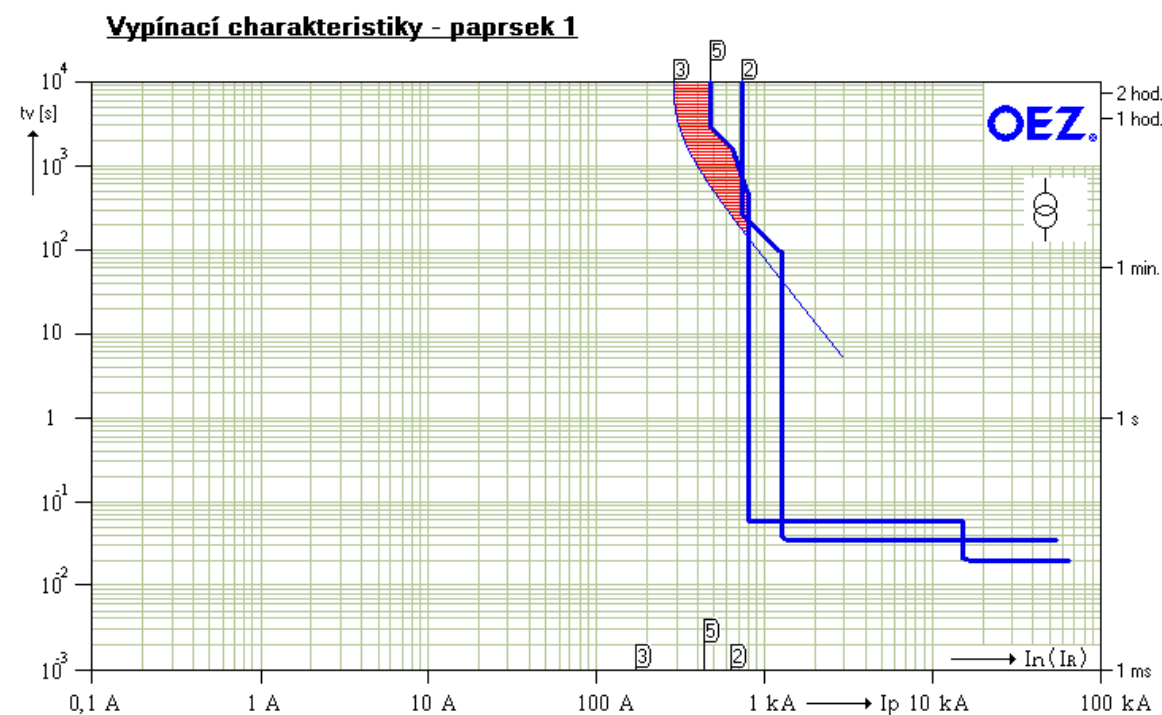
Průřez vodiče pro hliníkové jádro:

$$S_{Al} = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho_{Al}}{\Delta U_{\text{DOV}}} \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{33 \cdot 20} \cdot 150 \cdot 365 \cdot 0,95 = 136,5 \text{ mm}^2 \approx 150 \text{ mm}^2 \quad (3.7)$$

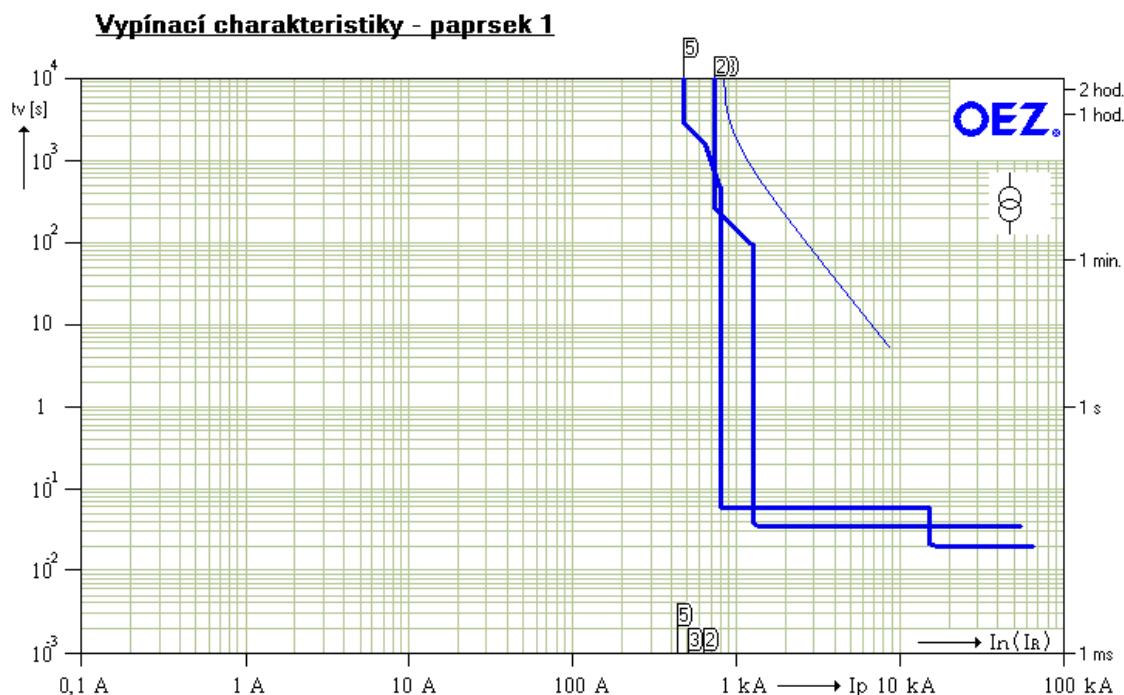
Výpočtem průřezu hliníkového a měděného vodiče je určen jeho minimální průřez pro úbytek napětí 5%. Použitý průřez vodiče pro měděné jádro musí být 95mm² nebo větší. Použitý průřez vodiče pro hliníkové jádro musí být 150 mm² nebo větší.

Pro jištění proudu 365 A byl zvolen jistič rozvaděče s jištěním 435 A. Předjištění se dimenzovalo podle selektivity jištění rozvaděče a to na 630 A. Pomocí programu Sichr jsem provedl výpočet oteplení vodiče. Předpokládaná teplota okolí bude 50 °C a způsob uložení kabelu bude v zemi a následně s mezerami na mřížkových žlábech v kabelovém kanále.

Zadáním parametrů do programu Sichr, jsem namodeloval vypínací charakteristiku jističů. Vložením kabelu s určeným způsobem uložení a velikosti okolní teploty provede program výpočet oteplení kabelu, který zobrazí v grafické podobě společně s vypínací charakteristikou vypínačů.



Obr. 3.7 Vypínací charakteristika, průřez vodiče 150mm²



Obr. 3.8 Vypínací charakteristika, průřez vodiče 450mm²

Průřez vodiče s hliníkovým jádrem:

Na obrázku 3.7 je patrné, že proud protékající vodičem při dané okolní teplotě bude přetěžovat izolační stav kabelu. Volbou většího průřezu se zajistí teplotní ochrana izolace vodiče. Zvolil jsem tedy použití paralelního zapojení vodičů a průřez o velikosti $S = 450 \text{ mm}^2$, to znamená 3 paralelně zapojené vodiče, každý o průřezu 150 mm^2 . Na obrázku 3.8 je vykreslení vypínacích charakteristik pro dodržení selektivity, pro použitý průřez $S = 450 \text{ mm}^2$, a je patrné, že zvolený průřez bude dostačující.

Průřez vodiče s měděným jádrem:

U měděného vodiče je to obdobné jako u hliníkového. Průřez $S = 95 \text{ mm}^2$ je nedostačující a kabel bude teplotně namáhán. Bude tedy zvoleno paralelní zapojení vodičů. Výsledný průřez bude $S = 285 \text{ mm}^2$ z 3 paralelně zapojených vodičů o průřezu $S_i = 95 \text{ mm}^2$.

Zhodnocení:

Po předložení svých výpočtů a mnou doporučených průřezů vodičů se vedení firmy rozhodlo pro hliníkový vodič a to hlavně z důvodu pořizovací ceny. Dále byl změněn průřez z původních 450 mm^2 na 480 mm^2 a to paralelním vedením 2 vodičů o průřezu 240 mm^2 .

4. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.

V průběhu odborné praxe jsem využil své znalosti získané v průběhu studia a byly mi hodně prospěšné a užitečné při řešení zadaných úkolů. Za nejvíce využité znalosti a dovednosti považuji tyto:

- znalost funkce a využití elektrických přístrojů a strojů,
- orientování se v elektro produktech a porovnávání jejich specifikací pro vybrání konkrétního zařízení,
- způsoby zpracování signálů regulátory
- při plnění zadaných úkolů jsem plně využil doposud získané znalosti čtení konstrukčních a elektro dokumentací

Hlavním přínosem při plnění úkolů zadaných během odborné praxe byla znalost elektrických přístrojů. Především šlo o znalost konstrukce a funkčnosti. Usnadňovalo to výběr konkrétního zařízení.

Užitečnou znalostí byla specifikace vodiče. Výpočet průřezu a úbytek napětí je nejčastější úkol, s kterým jsem se setkal během odborné praxe. Určení hospodárného průřezu pro co nejmenší náklady na ztráty ve vodiči. Dostatečné dimenzování pro případné navýšení protékajícího proudou vodičem.

Nejčastěji jsem se během odborné praxe věnoval tvorbě elektrodokumentace. Jeden z největších přínosů v této oblasti je pro mě orientace ve značení a symbolech elektrických zařízení. Tvorba elektrodokumentace je velmi obsáhlá a složitá, ale mé dosavadní znalosti byly dostačující pro zpracování projektu a jeho následné prezentování.

5. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe

Základním nedostatkem byla nezkušenost s programy AutoCAD a ePlan. Program ePlan je převážně ke tvorbě elektrodokumentace a v průběhu studia jsem neměl moc příležitostí se s takovým programem setkat. Program AutoCAD jsem během studia měl možnost použít, ale s nedostatečnými zkušenostmi a znalostmi jsem se musel hodně věcí doučit během odborné praxe.

6. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Při absolvování odborné praxe jsem byl zaměstnán ve firmě Taurid s.r.o. jako montážní technik a projektant řídicích systémů. V rámci praxe v této firmě, jsem měl možnost vyzkoušet pozici projektanta řídicích systém, kde jsem se věnoval projekční a montážní části zakázky.

Největší část své odborné praxe jsem absolvoval na pozici projektanta řídicích systém. Zde jsem si vyzkoušel komunikaci se zákazníkem. Konzultoval jsem jejich požadavky, dotazy a výtky, a navrhoval možná řešení. Seznámil jsem se s tvorbou projektové dokumentace a všech základních požadavků, které jsou součástí její tvorby. Zúčastnil jsem se montáže, kde jsem mohl vyzkoušet navrhované zařízení v provozu a zjistit jak probíhá montáž. Nejdůležitější zkušeností pro mě bylo vidět, jak dané zařízení funguje v praxi po té co jsem ho teoreticky zpracoval do projektové dokumentace.

Při pracích na jednotlivých projektech jsem porozuměl jejich časové náročnosti na dílčích úkonech. Při tvorbě nových zakázek je důležitý čas, který se musí věnovat přípravě, tvorbě a následné montáži zakázky. Vědomost časové náročnosti zakázky je důležitá při tvorbě cenové nabídky.

Hlavním přínosem absolvované praxe bylo získání a následné prohlubování zkušeností jak postupovat při řešení zadaných úkolů nebo řešených problémů při tvorbě elektrodokumentace. Dalším podstatným poznatkem bylo seznámení se s nejrůznějšími přístroji a jejich vlastnostmi.

Dalším přínosem byl náhled na fungování reálné firmy, seznámil jsem se s postupem zpracování zakázek a projektů.

Literatura

- [1] Veselovský, J., Kroupa, M.: *Základy tvorby technické dokumentace*, ALFA 1989
- [2] Gurecký J., *Přenos a rozvod elektrické energie*, skripta
- [3] Měrka I. *Oteplovací charakteristiky silových vodičů*, Brno 2013, Bakalářská práce
- [4] Uživatelský manuál digitálního procesního regulátoru: katalogové číslo H157-E1-02
- [5] http://feil.vsb.cz/kat410/studium/studijni_materialy/prel/PREL1a.pdf
- [6] http://feil.vsb.cz/kat410/studium/studijni_materialy/prel/PREL2a.pdf
- [7] http://feil.vsb.cz/kat410/studium/studijni_materialy/prel/PREL3a.pdf
- [8] <http://www.jsp.cz/files/jc02.pdf>
- [9] http://www.prakab.cz/fileadmin/content/prakab/Service/Katalog_cz/Prakab-CZ-2014.pdf
- [10] www.taurid.cz

Přílohy

I. Elektrodokumentace: Řízení a regulace pro topení mořících van

F26 007 man cz en pp



Taurid Ostrava s.r.o.

Starobělská 3040/56, Ostrava - Zábřeh
700 30 Czech Republic



Zákazník	EKOMOR s.r.o.
Označení zařízení	Řízení a regulace pro topení mořících van
Číslo výkresu	TD14193
Typ projektu	
Výrobce (firma)	Taurid Ostrava s.r.o.
Název projektu	
Výrobek	Řízení a regulace pro topení mořících van
Místo instalace	Bekaert Hlohovec, Slovensko
Osoba odpovědná za projekt	Pchálek
Zpracováno dne	18.12.2014
Počet stran	17

[illegible]

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Technická zpráva

1.0 Napěťové soustavy

- a) 3 NPE ~ 50Hz, 400V TN-S napojení silové části zařízení
- b) 1 - 24V DC PELV ovládání zařízení, řízení, měření a regulace

2.0 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

- a) 3 NPE ~ 50Hz, 400V TN-S
Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí: izolací, krytím
Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí: automatickým odpojením od zdroje
dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2

Provede se doplňková ochrana dle IEC 364-4-41, čl. 413 N7.2 doplňujícím ochranným pospojováním dle IEC 364-4-41, čl. 415.2 a 413.2.6. Průřez doplňkového ochranného pospojování viz: Průřez pospojování viz ČSN 33 2000-5-54 ed. 3

Kovové konstrukční části zařízení musí být spojené do systému hlavního pospojování dle IEC 364-4-41. Přířez pospojování viz ČSN 33 2000-5-54 ed. 3

3.0 Prostory z hlediska nebezpečí úrazu el. proudem

Prostory normální, nebezpečné (technologické zařízení) dle ČSN 332000-4-41 ed. 2, ed.2/ IEC 364-4-41,I.4000.1.1.N1 a ČSN 33 2000-1 ed. 2, Ochrana zvýšená.

3.1 Vnější vlivy dle ČSN 332000-5-51 ed. 3

Projekt je navrhnut pro následující vnější vlivy (dle zvyklostí a zkušeností projektanta)

4.0 Barvy vodičů dle ČSN EN 60204-1

- a) 3 NPE ~ 50Hz, 400V TN-S
b) 1 - 24V obvod PEIV

4.1 Instalovaný výkon a související údaje

Pj : cca 5 kW, doporučený přívodní kabel Cu 5x4mm² do délky 40m

5.0 Ochrana krytem dle ČSN / IEC 364-5-51, ČSN / IEC 60 204-1, čl. 13.3

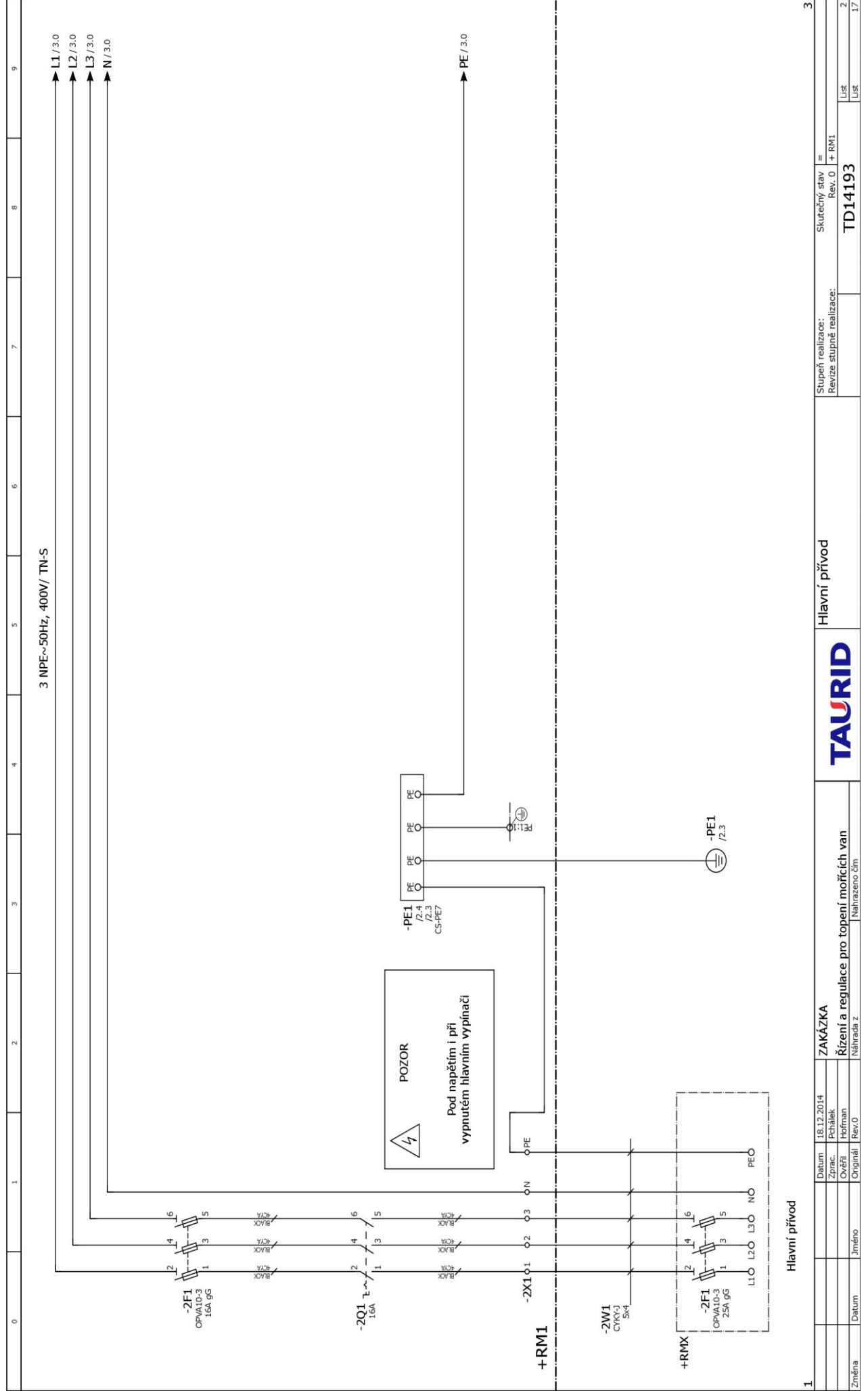
rozvaděč + RM1: IP54/ IP20
skříňky + MX1, +MX2: IP66/ IP20
pohony: IP44
instalační prvky zařízení: IP54

6.0 Bezpečnost

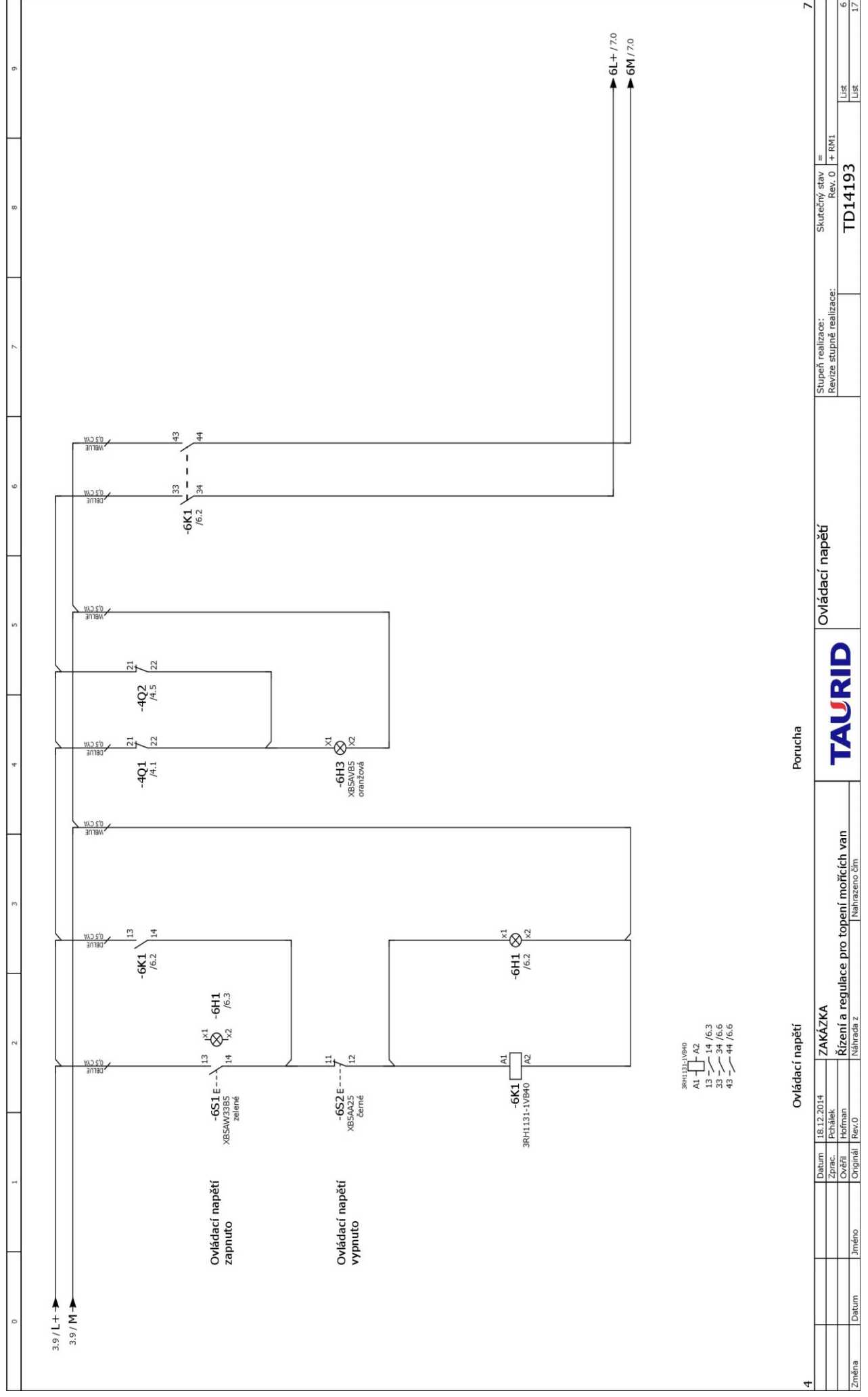
V případě nebezpečí je možno zařízení vypnout Hlavním vypínačem ve funkci NOUZOVÉHO VYPNUTÍ

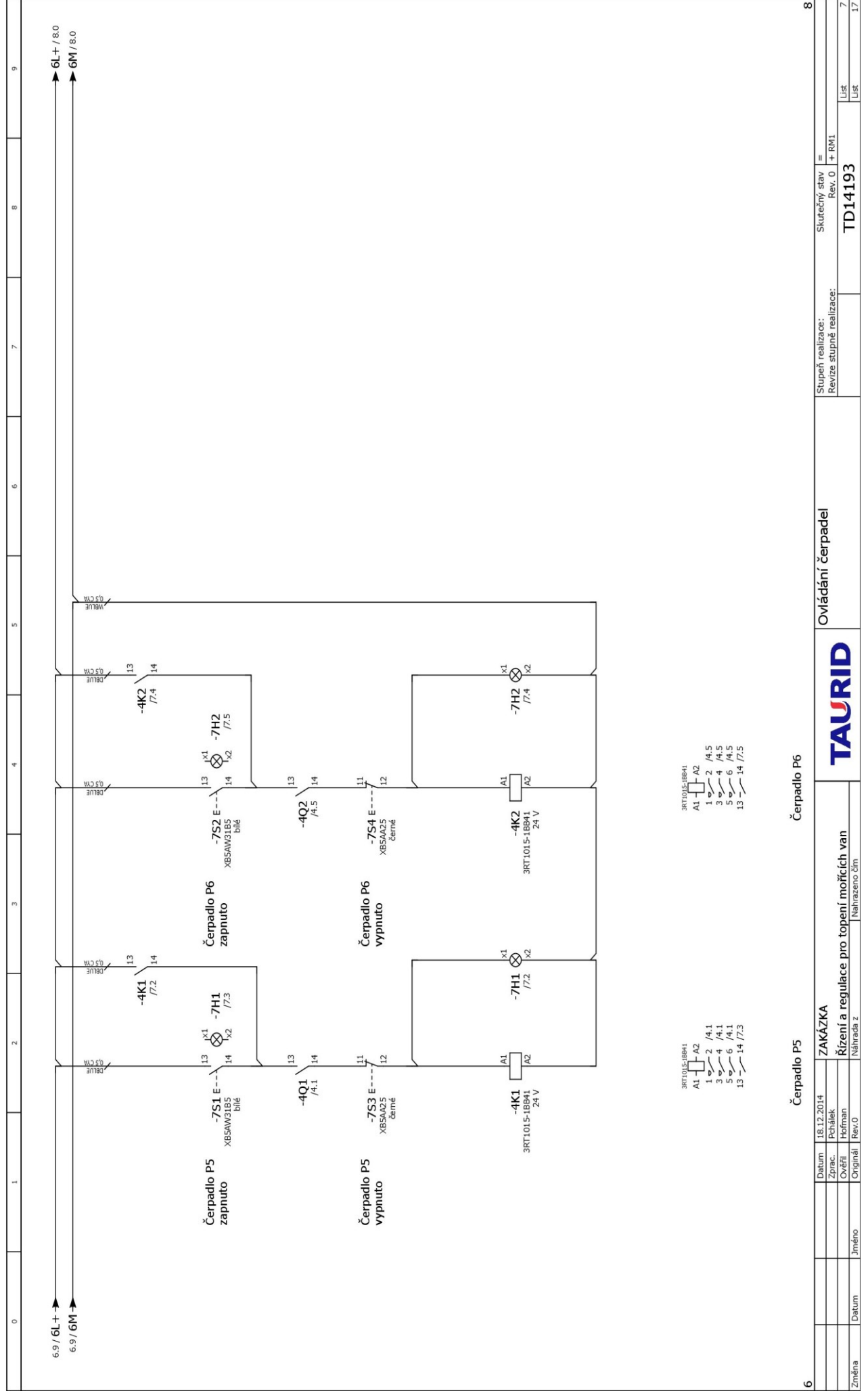
[illegible]

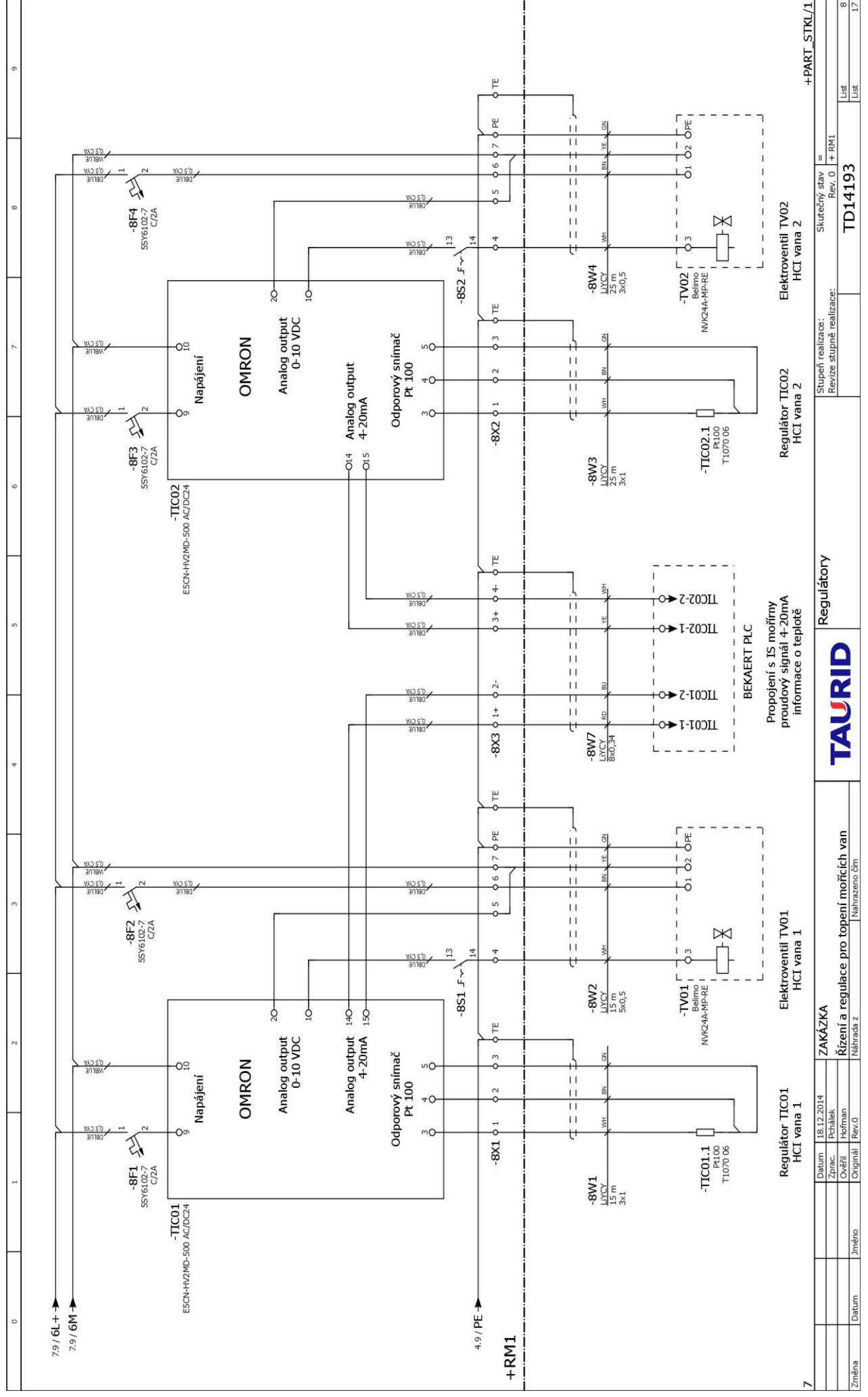
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<div><h1>Popis obsluhy</h1><div><div>1.0 Popis zařízení</div><div>Zařízení slouží k regulaci teploty v mořských vanách.</div><div>2.0 Zapnutí rozvaděče</div><div>Zapnutí rozvaděče se provede přes hlavní vypínač na levé straně rozvaděče.</div><div>3.0 Total stop</div><div>Total stop je řešení přes hlavní vypínač ve funkci nouzového vypnutí.</div><div>4.0 Ovládací prvky</div><div><div>Tlačítkem „Ovládací napětí zapnuté“ přivedeme napětí do regulátorů a stykačů.</div><div>Tlačítkem „Ovládací napětí vypnuté“ přerušíme napájení regulátorů a stykačů.</div><div>Tlačítky „Čerpadlo P5 zapnuté“ a „Čerpadlo P6 zapnuté“ spustíme čerpadla P5 a P6.</div><div>Tlačítky „Čerpadlo P5 vypnuté“ a „Čerpadlo P6 vypnuté“ vypneme čerpadla P5 a P6.</div><div>Přepínače „Zavřít/automatic“ pro TV01 a TV02 v poloze "automatic" bude regulátor regulovat ventily.</div><div>V poloze "Zavřít" budou ventily zavřené.</div><div>Světelná signalizace „Porucha“ oznamuje, zda není jeden z motorových spouštěčů vypnut.</div></div><div><div>5.0 Zásady bezpečné obsluhy</div><div><div>Předpokladem pro bezpečný provoz zařízení je správná obsluha dle pokynů výrobce zařízení a stávajících interních předpisů. Obsluhovat můžou zařízení jen osoby starší 18-ti let, duševně a fyzicky způsobilé, které jsou prokazatelně proškoleny a touto činností pověřeny.</div><div>Údržbu elektrozařízení smí provádět jen osoba s příslušnou el. Kvalifikací. Při výměně jističích prvků nutno zachovat navržené parametry a bezpečnostní předpisy. Údržba je prováděna v rámci periodických revizí ve stanovených lhůtách dle ČSN 35 1500.</div></div></div></div></div>									
5									
		Datum		18.12.2014		ZAKÁZKA			
		Zprac.		Pohálek					
		Ověřil		Hofman					
		Original		Rev.0					
Změna	Datum	Jméno							
		Technická zpráva		TAURID		Stupeň realizace:		Skutečný stav	
						Revize stupně realizace:		Rev. 0	
								=	
								+	
								TD14193	
								List	
								List	
								17	
								7	











0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Kusovník artiklů

F01_002_pp

Označení přístroje	Množství	Označení	Typové číslo	Výrobce	Číslo artiklu	Položka
Umístění	Množství		Objednávací číslo	Dodavatel	Funkční text	
+RM1-1.0	1 Ks	AE 1050.500 500/500/210 AE 1050.500 500/500/210	AE 1050.500 AE 1050.500	Rittal Rittal	AE 1050.500	
+RM1-2F1	1 Ks	Odpináč válcových pojistek, OPVA10-3 Disconnecter for cylindrical fuses, OPVA10-3	41010 41010	OEZ Letohrad OEZ Letohrad	OEZ.41010	
+RM1-2F1	3 Ks	Válcová pojistka 16A gG Cylindrical fuse 16A gG	40754 40754	OEZ Letohrad OEZ Letohrad	OEZ.40754	
+RM1-3F1	1 Ks	Automat, jistič jednopólový, C 10A Automatic, single pole breaker, C 10A	5SY6110-7 5SY6110-7	Siemens Siemens	SIE.5SY6110-7 C/10A	
+RM1-3F2	1 Ks	Automat, jistič jednopólový, C 4A Automatic, single pole breaker, C 4 A	5SY6104-7 5SY6104-7	Siemens Siemens	SIE.5SY6104-7 C/4A	
+RM1-8F1	1 Ks	Automat, jistič jednopólový, C 2A Automatic, single pole breaker, C 2 A	5SY6102-7 5SY6102-7	Siemens Siemens	SIE.5SY6102-7 C/2A	
+RM1-8F2	1 Ks	Automat, jistič jednopólový, C 2A Automatic, single pole breaker, C 2 A	5SY6102-7 5SY6102-7	Siemens Siemens	SIE.5SY6102-7 C/2A	
+RM1-8F3	1 Ks	Automat, jistič jednopólový, C 2A Automatic, single pole breaker, C 2 A	5SY6102-7 5SY6102-7	Siemens Siemens	SIE.5SY6102-7 C/2A	
+RM1-8F4	1 Ks	Automat, jistič jednopólový, C 2A Automatic, single pole breaker, C 2 A	5SY6102-7 5SY6102-7	Siemens Siemens	SIE.5SY6102-7 C/2A	
+RM1-3G1	1 Ks	Napájecí zdroj 24VDC, 4A Power supply 24V DC, 4A	6EP1332-1SH52 6EP1332-1SH52	Siemens Siemens	SIE.6EP1332-1SH52	
+RM1-6H3	1 Ks	Kompletní přístroj, kulatý světelný indikátor, oranžové Complete device, round, indicator light, orange	XBSAVB5 XBSAVB5	Schneider Electric Schneider Electric	SCH.XBSAVB5 oranžová	
+RM1-4K1	1 Ks	Stykač Contactor	3RT1015-1BB41 3RT1015-1BB41	Siemens Siemens	SIE.3RT1015-1BB41	
+RM1-4K2	1 Ks	Stykač Contactor	3RT1015-1BB41 3RT1015-1BB41	Siemens Siemens	SIE.3RT1015-1BB41	
+RM1-6K1	1 Ks	Relé 24V DC Relay 24V DC	3RH1131-1VB40 3RH1131-1VB40	Siemens Siemens	SIE.3RH1131-1VB40	
+RM1-PE1	1 Ks	Rozbočovací můstek Terminal strip	CS-PE7 35904	OEZ OEZ	OEZ.35904	
+RM1-2Q1	1 Ks	Hlavní vypínač I=16A Main switch I=16A	S16 JU 1103 A6/R S16 JU 1103 A6/R	SEZ SEZ	SEZ.S16JU1103A6/R	
+RM1-4Q1	1 Ks	Motorový jistič Motor overload switch	3RV1011-1GA10 3RV1011-1GA10	Siemens Siemens	SIE.3RV1011-1GA10	
+RM1-4Q1	1 Ks	Čelní pomocný kontakt Front auxiliary contact	3RV1901-1E 3RV1901-1E	Siemens Siemens	SIE.3RV1901-1E	

+RM1/8	Datum	18.12.2014	ZAKÁZKA	Kusovník artiklů : AE 1050.500 -	Stupeň realizace:	Skutečný stav	2
	Zprac.	Pohálek	Řízení a regulace pro topení mořicích van	SIE.3RV1901-1E	Revize stupně realizace:	Rev. 0	1
	Ověřil	Hofman	Náhradní z			+ PART_STKL	17
Změna	Datum	Jméno	Náhradní z			List	List
						TD14193	17

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Kusovník artiklů

F01_002_pp

Označení přístroje	Množství	Označení	Typové číslo	Výrobce	Číslo artiklu	Položka
Umístění	Množství		Objednáací číslo	Dodavatel	Funkční text	
+RM1-4Q2 +RM1/4.5	1 ks	Motorový jistič Motor overload switch	3RV1011-1GA10 3RV1011-1GA10	Siemens Siemens	SIE..3RV1011-1GA10	
+RM1-4Q2 +RM1/4.5	1 ks	Čelní pomocný kontakt Front auxiliary contact	3RV1901-1E 3RV1901-1E	Siemens Siemens	SIE..3RV1901-1E	
+RM1-6S1 +RM1/6.2	1 ks	Podsvětlené tlačítko zelené, NO+NC Sublight pushbutton green, NO+NC	XB5AW33B5 XB5AW33B5	Schneider Electric Schneider Electric	SCH.XB5AW33B5 zelené	
+RM1-6S2 +RM1/6.2	1 ks	Tlačítko černé 1NO+1NC Pushbutton black 1NO+1NC	XB5AA25 XB5AA25	Schneider Electric Schneider Electric	SCH.XB5AA25 černé	
+RM1-7S1 +RM1/7.2	1 ks	Podsvětlené tlačítko bílé, NO+NC, Sublight pushbutton white, NO+NC	XB5AW31B5 XB5AW31B5	Schneider Electric Schneider Electric	SCH.XB5AW31B5 bílé	
+RM1-7S2 +RM1/7.4	1 ks	Podsvětlené tlačítko bílé, NO+NC, Sublight pushbutton white, NO+NC	XB5AW31B5 XB5AW31B5	Schneider Electric Schneider Electric	SCH.XB5AW31B5 bílé	
+RM1-7S3 +RM1/7.2	1 ks	Tlačítko černé 1NO+1NC Pushbutton black 1NO+1NC	XB5AA25 XB5AA25	Schneider Electric Schneider Electric	SCH.XB5AA25 černé	
+RM1-7S4 +RM1/7.4	1 ks	Tlačítko černé 1NO+1NC Pushbutton black 1NO+1NC	XB5AA25 XB5AA25	Schneider Electric Schneider Electric	SCH.XB5AA25 černé	
+RM1-8S1 +RM1/8.3	1	Přepínač 2 polohy Selector switch 2 position	XB5AD21 XB5AD21	Schneider Electric Schneider Electric	SCH.XB5AD21	
+RM1-8S2 +RM1/8.8	1	Přepínač 2 polohy Selector switch 2 position	XB5AD21 XB5AD21	Schneider Electric Schneider Electric	SCH.XB5AD21	
+RM1-TIC01 +RM1/8.1	1 ks	Regulátor Regulator	E5CN-HV2MD-500 AC/DC24 E5CN-HV2MD-500 AC/DC24	Omron Omron	E5CN-HV2MD-500 AC/DC24	
+RM1-TIC01 +RM1/8.1	1 ks	Rozšiřitelný modul pro regulátor E5CN-H Expandable module for E5CN-H	E53-CNBFN2 E53-CNBFN2	Omron Omron	E53-CNBFN2	
+RM1-TIC02 +RM1/8.6	1 ks	Regulátor Regulator	E5CN-HV2MD-500 AC/DC24 E5CN-HV2MD-500 AC/DC24	Omron Omron	E5CN-HV2MD-500 AC/DC24	
+RM1-TIC02 +RM1/8.6	1 ks	Rozšiřitelný modul pro regulátor E5CN-H Expandable module for E5CN-H	E53-CNBFN2 E53-CNBFN2	Omron Omron	E53-CNBFN2	

[illegible]

[illegible]

Doporučený seznam náhradních dílů

F02 001 PP3

Typové číslo Objednací číslo	Označení	Výrobce Dodavatel	Množství	Doporučený počet náhradních dílů	
AE 1050.500	AE 1050.500 500/500/210	Rittal	1	0	
AE 1050.500		Rittal			
41010					
OEZ.41010	Odpínač válcových pojistek, OPVA10-3	OEZ Letohrad	1	0	
40754		OEZ Letohrad			
OEZ.40754	Válcová pojistka 16A gG	OEZ Letohrad	3	3	
SSY6110-7					
SIE.SSY6110-7	Automat, jistič jednopólový, C 10A	Siemens	1	1	
SSY6104-7		Siemens			
SIE.SSY6104-7	Automat, jistič jednopólový, C 4A	Siemens	1	1	
SSY6102-7		Siemens			
SIE.SSY6102-7	Automat, jistič jednopólový, C 2A	Siemens	4	1	
6EP1332-1SH52					
SIE.6EP1332-1SH52	Napájecí zdroj 24VDC, 4A	Siemens	1	1	
XB5AVB5		Siemens			
SCH.XB5AVB5	Kompletní přístroj, kulatý světelný indikátor, oranžové	Schneider Electric	1	1	
3RT1015-1BB41		Schneider Electric			
SIE.3RT1015-1BB41	Stykač	Siemens	2	1	
3RH1131-1VB40		Siemens			
SIE.3RH1131-1VB40	Relé 24V DC	Siemens	1	1	
CS-PE7					
OEZ.35904	Rozbočovací můstek	OEZ	1	0	
S16 JU 1103 A6/R					
SEZ.S16JU1103A6/R	Hlavní vypínač I=16A	SEZ	1	0	
3RV1011-1GA10		Siemens			
SIE.3RV1011-1GA10	Motorový jistič	Siemens	2	1	
3RV1901-1E		Siemens			
SIE.3RV1901-1E	Čelní pomocný kontakt	Siemens	2	1	
XB5AV33B5					
SCH.XB5AV33B5	Podsvětlené tlačítko zelené, NO+NC	Schneider Electric	1	1	
XB5AA25		Schneider Electric			
SCH.XB5AA25	Tlačítko černé 1NO+1NC	Schneider Electric	3	1	
XB5AW31B5		Schneider Electric			
SCH.XB5AW31B5	Podsvětlené tlačítko bílé, NO+NC	Schneider Electric	2	1	
XB5AD21		Schneider Electric			
SCH.XB5AD21	Přepínač 2 polohy	Schneider Electric	2	1	
ESCN-HV2MD-500 AC/DC24		Omron			
ESCN-HV2MD-500 AC/DC24	Regulátor	Omron	2	1	

+KAB/1

[illegible]

[illegible]

Doporučený seznam náhradních dílů

F02_001_PP3

[illegible][illegible]